

Infoblatt zum Artikel „Lebensmittel mit Entscheidungsbäumen klassifizieren“ (erschienen in: *mathematik lehren* 244 (2024))

Susanne Podworny, Yannik Fleischer & Rolf Biehler

Der Nutri-Score

Mit dem Nutri-Score können Lebensmittel mit einer Kennzeichnung (A bis E) verglichen werden. Damit soll eine einfache Orientierung für Verbraucher:innen beim Einkaufen geschaffen werden, die die verpflichtenden Nährwertangaben und weitere Inhaltsstoffe einbezieht. Der Nutri-Score soll helfen, bei mehreren Produkten derselben Produktgruppe (z. B. verschiedene Müsliarten) das mit der günstigeren Nährwertzusammensetzung zu erkennen.

Die Kennzeichnung

Mit den Buchstaben A bis E und zusätzlichen Ampelfarben wird die Qualität von Lebensmitteln in fünf Stufen angezeigt. Der Buchstabe A auf grünem Hintergrund (Abbildung) steht dabei für eine im Vergleich eher günstige, der Buchstabe E auf rotem Hintergrund steht für eine vergleichsweise eher ungünstige Zusammensetzung von Nährwerten und weiteren Inhaltsstoffen.



Beispiel für eine Nutri-Score Kennzeichnung mit dem Buchstaben A (mit freundlicher Genehmigung durch RAL LOGO LIZENZ)

Ermittlung des Nutri-Score

Basierend auf einem wissenschaftlich entwickelten Rechenmodell des Scientific Committee of the Nutri-Score (ScC) werden die Inhaltsstoffe von Lebensmitteln mit Punkten versehen. Je weniger Punkte ein Lebensmittel erhält, desto besser ist sein Nutri-Score. Dabei werden „günstige Inhaltsstoffe“ wie Nüsse, Ballaststoffe, Proteine, Obst/Gemüse, Hülsenfrüchte und ausgewählte Öle mit negativen Punkten (von -5 bis 0) bewertet, „ungünstige Inhaltsstoffe“ wie Zucker, Salz, gesättigte Fettsäuren und Energiegehalt werden mit positiven Punkten (von 0 bis 10) einbezogen. Nachdem die Gesamtsumme der Punkte gebildet wurde, wird ein Lebensmittel anhand der Gesamtpunktzahl wie in der folgenden Tabelle gezeigt klassifiziert:

| Errechnete Gesamtpunktzahl (Lebensmittel) | Einordnung in Nutri-Score |
|---|---------------------------|
| Min. bis -1 | A |
| 0 bis 2 | B |
| 3 bis 10 | C |
| 11 bis 18 | D |
| 19 und mehr | E |

Wendet man den Algorithmus auf beispielsweise Salzstangen mit den Nährwerten wie im Bild an (und nimmt einen Ballaststoffgehalt von 2,9 g/100 g an), so ergibt sich folgende Bepunktung nach dem Dokument „Conditions of use of the trademark ‚Nutri-Score‘“¹.

| Merkmal | Nährstoffmenge von Salzstangen (pro 100 g) | Wert liegt im Bereich | Erhaltene Punkte |
|-----------------------|--|-----------------------|------------------|
| Energie | 392 kcal (1640 KJ) | > 1340; ≤ 1675 | 4 |
| Gesättigte Fettsäuren | 0,8 g | ≤ 1 | 0 |
| Zucker | 3,4 g | ≤ 4,5 | 0 |
| Salz | 4,5 g (1800 g Natrium) | > 900 | 10 |
| Eiweiß | 12 g | > 8 | -5 |
| Ballaststoffe | 2,9 g | > 2,8; ≤ 3,7 | -3 |
| Obst-/Gemüseanteil | 0% | ≤ 40 | 0 |

Die Berechnung der Gesamtpunktzahl ist dann abhängig davon, ob die Summe der positiven Punkte (also die Punkte für Energie, gesättigte Fettsäuren, Zucker und Salz) 11 oder mehr beträgt.

- Wenn die Positivpunktesumme unter 11 liegt, dann werden alle Negativpunkte (Eiweiß, Ballaststoffe und Obst-/Gemüseanteil) abgezogen.
- Wenn die Positivpunktesumme 11 oder mehr beträgt, dann werden nur die Negativpunkte für Ballaststoffe und Obst-/Gemüseanteil einbezogen, Eiweiß wird in der Berechnung nicht integriert.


In unserem Fall haben wir 14 Positivpunkte, deshalb errechnet sich die Gesamtpunktzahl aus der Summe der positiven Punkte und der Summe der Punkte für Ballaststoffe und Obst-/Gemüseanteil. Deshalb ergibt sich für die Salzstangen die

Gesamtpunktezahl: $4 + 10 - 3 = 11$ Punkte

Nach der obigen Tabelle sind 11 Punkte mit dem Buchstaben D zu klassifizieren. Diese Nutri-Score Klassifizierung findet man tatsächlich auch auf vielen Salzstangenverpackungen.

¹ Die genaue Punktevergabe abhängig vom jeweiligen Nährwertanteil lässt sich nachlesen im Dokument „Conditions of use of the trademark ‚Nutri-Score‘“ ab S. 23:

https://www.santepubliquefrance.fr/content/download/150258/file/Nutriscore_reglement_usage_EN_240423.pdf

| Salzstangen | |
|---|----------|
|  | |
| Nährwerte pro 100g | |
| Energie | 392 kcal |
| Fett | 5,9 g |
| davon gesättigte Fettsäuren | 0,8 g |
| Kohlenhydrate | 71,0 g |
| davon Zucker | 3,4 g |
| Eiweiß | 12,0 g |
| Salz | 4,5 g |

Auf den Seiten des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) lässt sich eine Excel-Tabelle finden², mit der man den Nutri-Score von Lebensmitteln etwas leichter berechnen lassen kann. Die genaue Bepunktung kann also entweder detailliert mit dem entsprechenden Dokument nachvollzogen werden, oder mithilfe der Excel-Tabelle berechnet werden, in der es genügt die Werte des Lebensmittels einzutragen, um den Nutri-Score zu erhalten.

Bei allen Informationen zum Nutri-Score findet sich, dass lediglich Lebensmittel derselben Produktgruppe (z. B. verschiedene Pizzen oder Schokoladensorten) verglichen werden sollten³. In den offiziellen Dokumentation werden vier Gruppen (allgemeine Lebensmittel, Käse, Öle & Fette & Nüsse, und Getränke) unterschieden, sodass für die allermeisten „allgemeinen Lebensmittel“ die gleiche Formel genutzt wird. Allerdings scheint das Vergleichen von Produkten verschiedener Produktgruppen zu Ergebnissen zu führen, die irritieren könnten, sodass die Einschränkung auf den Vergleich innerhalb von Produktgruppen hinzugefügt wurde, obwohl für alle die gleiche Formel gilt.

² <https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/lebensmittel-kennzeichnung/freiwillige-angaben-und-label/nutri-score/naehwertkennzeichnung-hilfestellungen.html#doc73490bodyText8>

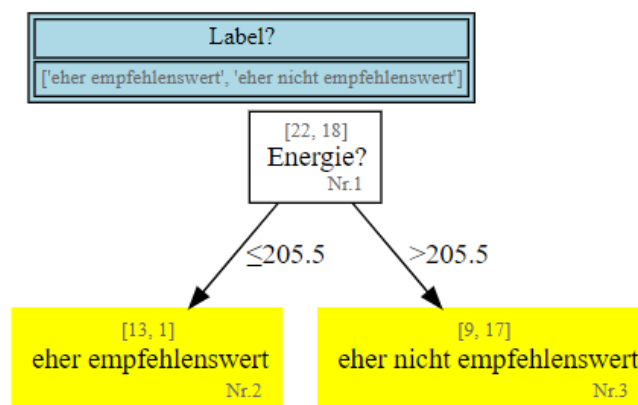
³ Z. B. hier: <https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/lebensmittel-kennzeichnung/freiwillige-angaben-und-label/nutri-score/nutri-score-erklart-verbraucherinfo.html> unter „Das sagt der Nutri-Score konkret aus“

Die Empfehlung durch einen Entscheidungsbaum der ProDaBi-Unterrichtsreihe ‚Apfel oder Popcorn?‘

Im Folgenden werden die Unterrichtsreihe und die dort erstellten Entscheidungsbäume zur Empfehlung von Lebensmitteln mit dem Nutri-Score in Beziehung gesetzt. Dies dient Lehrkräften, um einen Bezug zum ggf. aus dem Alltag bekannten Nutri-Score herzustellen. Wir beabsichtigen nicht diese beiden Herangehensweisen auf eine gleiche Ebene zu stellen, da die im Unterricht erstellten Entscheidungsbäume natürlich nicht ansatzweise so fundiert sind. Trotzdem möchten wir herausstellen, welchen Wert das Erstellen der Entscheidungsbäume auch für das Lernen über den Kontext Lebensmittel haben kann.

Ähnlich wie der Nutri-Score werden beim datenbasierten Erstellen eines Entscheidungsbaums während der Unterrichtsreihe Lebensmittel basierend auf Nährwertangaben (pro 100g) klassifiziert. Dabei ist die ausgegebene Empfehlung nur zweistufig (eher empfehlenswert oder eher nicht empfehlenswert). Ein wichtiger Unterschied in der Herangehensweise ist, dass beim Nutri-Score wissenschaftliche Kenntnisse über die verschiedenen Inhaltsstoffe genutzt werden, um deren Einfluss einzuschätzen und zu bewerten, während in der Unterrichtsreihe ein datenbasierter Ansatz im Sinne des überwachten maschinellen Lernens verfolgt wird. D. h. es wird eine Einschätzung zu einer Menge von Lebensmitteln abgegeben, die wir „offensichtlich“ als eher empfehlenswert (z. B. Gurke) oder eher nicht empfehlenswert (z. B. Chips) einschätzen. Dann wird mit Hilfe dieser so genannten Trainingsbeispiele mit Label (Einschätzung) und deren Nährwertangaben versucht ein Empfehlungssystem zu erstellen. Als Datengrundlage werden lediglich die verpflichtenden Nährwertangaben von Lebensmitteln verwendet, die auf jeder Verpackung zu finden sind. Weitere Daten, die nicht direkt in der Nährwerttabelle ablesbar sind wie z.B. Ballaststoffe, werden in der Unterrichtsreihe nicht einbezogen.

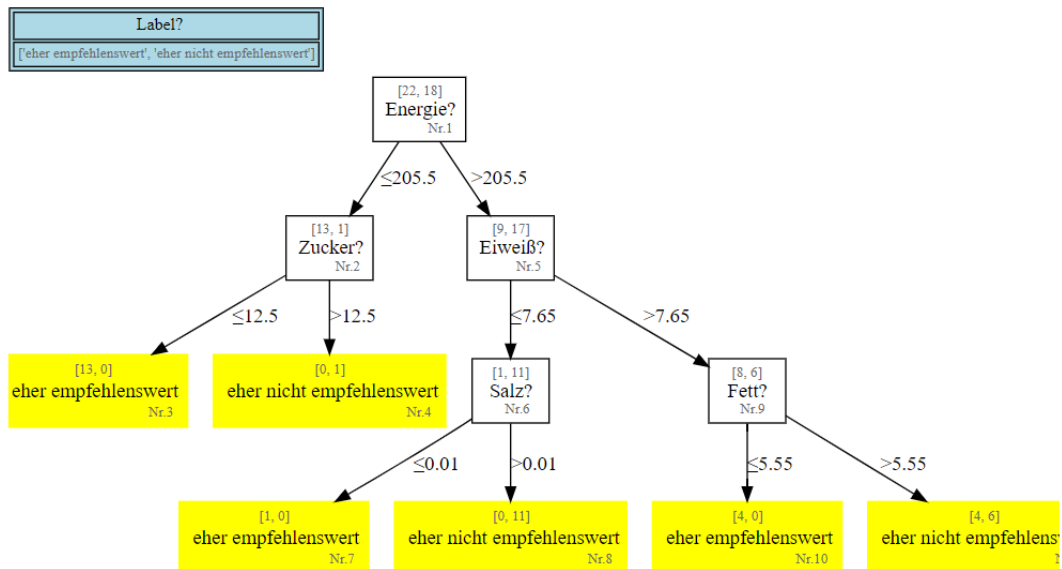
Dann werden mit Hilfe der Daten systematisch Entscheidungsregeln gesucht, die die Trainingsbeispiele in möglichst großer Zahl korrekt klassifizieren (Vorgehensweise: siehe Artikel). Zunächst werden einstufige Entscheidungsbäume gesucht, wie in der folgenden Abbildung, die basierend auf einem Merkmal Empfehlungen ausgeben. Die beste Regel für einen Beispieldatensatz von Lebensmitteln basiert auf dem Merkmal Energie und klassifiziert 30 von 40 Trainingsbeispielen korrekt.



Die Regel lautet inhaltlich: Wenn Energie kleiner gleich 205.5 kcal pro 100 g, dann empfehlenswert, wenn Energie größer 205.5 kcal pro 100 g, dann eher nicht empfehlenswert. Das ist natürlich sehr vereinfachend und daher werden hierbei auch 10 von 40 Lebensmitteln falsch klassifiziert. Es gibt aber schonmal einen Eindruck, wie das Merkmal Energie zu betrachten ist.

Im Laufe der Unterrichtreihe, werden die Entscheidungsbäume komplexer, indem weitere Stufen hinzugefügt werden, um so möglichst wenige Trainingsbeispiele falsch zu klassifizieren.

Gute Schüler:innen gelangen bis zu dreistufigen Entscheidungsbäumen, die wie im folgenden Bild gezeigt schon relativ detaillierte Einsichten liefern und mehrere besonders einflussreiche Nährwertangaben einbeziehen. So wird z. B. bei den Lebensmitteln mit geringem Energiewert noch Zucker betrachtet und sofern ein hoher Zuckergehalt vorliegt, wird das Lebensmittel trotz niedrigem Energiegehalt als eher nicht empfehlenswert bewertet.



Somit können die Bäume nach dem Erstellen inhaltlich interpretiert werden, um Erkenntnisse über die einzelnen Nährwertangaben abzuleiten. Unsere Salzstange von weiter oben wird hier im ganz rechten Pfad des Baums einsortiert (392 kcal, 12 g Eiweiß, 5,9 g Fett) und somit als eher nicht empfehlenswert klassifiziert.

Entscheidend dafür, dass diese Methode funktioniert ist, dass die Trainingsbeispiele zu Beginn mit einem sinnvollen Label (eher empfehlenswert, eher nicht empfehlenswert) versehen werden. Das ist nicht für alle denkbaren Lebensmittel offensichtlich, sodass es ggf. sinnvoll sein kann Lebensmittel beiseite zu legen, wenn man sich bezüglich des Labels unsicher ist. Das Vergeben der Labels für Lebensmittel geschieht in der Unterrichtreihe durch Schüler:innen zunächst subjektiv basierend auf ihrer Einschätzungen. Um einen Konsens herzustellen, werden die Label im Klassenverband mit der Lehrkraft diskutiert, und es besteht die Möglichkeit, die Labels abzugleichen mit einem Vorschlag, der der Unterrichtreihe beiliegt. Auch können bei Uneinigkeit Lebensmittel beiseitegelegt werden. So wird bereits zu Beginn der Unterrichtreihe eine Sensibilisierung für das Thema Ernährung erreicht und in der Klasse diskutiert.

Fokus der ProDaBi-Unterrichtsreihe „Apfel oder Popcorn?“

Fokus der Unterrichtreihe ist das datenbasierte Entscheiden mit sogenannten Entscheidungsbäumen, als erste Näherung zum maschinellen Lernen. Dazu werden sowohl Vorgehensweisen zum Erstellen der Entscheidungsbäume als auch Aspekte des Kontexts Ernährung für den Unterricht vereinfacht.

Der Kontext *Lebensmittel* ist nicht typisch für den Bereich maschinelles Lernen, eignet sich aber für die Anbindung an die Erfahrungswelt aller Schüler:innen (unabhängig von Alter, Geschlecht, etc.) und

ist somit leicht zugänglich. Das erstellte Empfehlungssystem kann dabei stellvertretend für viele Empfehlungssysteme stehen, die man aus dem Alltag kennt (z.B. für Produkte auf Onlineplattformen). Es gibt dazu Verknüpfungsmöglichkeiten z. B. zum Biologieunterricht und die Behandlung des Kontextes kann einen Beitrag zu allgemeinbildendem Unterricht darstellen.

Einordnung der Unterrichtsreihe in Bezug auf den Nutri-Score

Wie beim Nutri-Score auch wird mit den entstehenden Entscheidungsbäumen kein Regelsystem für eine empfehlenswerte Ernährung insgesamt gegeben, es geht immer nur um einzelne Lebensmittel. D. h. nur weil ein Lebensmittel vom Entscheidungsbaum als eher empfehlenswert eingestuft ist, heißt es nicht, dass man sich ausschließlich davon ernähren sollte. Auch bedeutet eine Einstufung als eher nicht empfehlenswert nicht, dass man dieses Lebensmittel niemals essen darf. Man kann lediglich sehr vorsichtig ableiten, welche Lebensmittel man eher häufiger in das eigene Ernährungsverhalten einbauen sollte und welche seltener. Über Allergien oder sonstige Unverträglichkeiten und über geeignete Portionsgrößen machen weder Nutri-Score noch die Entscheidungsbäume eine Aussage. Beim Nutri-Score kann ein A vergeben werden für ein Lebensmittel, von dem man eher eine kleine Menge essen sollte und genau so ist es bei der Klassifikation als eher empfehlenswert durch einen Entscheidungsbaum. Eine sorgfältige Reflexion der Klassifikationen ist sowohl beim Nutri-Score als auch bei den Entscheidungsbäumen der Unterrichtsreihe nötig. Allerdings ist es mit den Entscheidungsbäumen wie mit dem Nutri-Score möglich, Hinweise auf Lebensmittel zu erhalten, die tendenziell „eher empfehlenswert“ sind. Beim Nutri Score wird offiziell die Einschränkung auf den Vergleich innerhalb von Produktgruppen gemacht.

Mithilfe der Entscheidungsbäume lassen sich Klassifizierungen leicht nachvollziehen, da die einzelnen Kriterien im Entscheidungsbaum direkt visualisiert sind (z.B. ab welcher Menge Fett und welcher Menge Salz wird als eher empfehlenswert oder nicht klassifiziert). Bei der Thematisierung verschiedener Entscheidungsbäume am Ende der Unterrichtsreihe lassen sich auch Merkmale identifizieren (z.B. Energie, Fett oder Zucker), die sich häufig negativ oder positiv auf die Empfehlung eines Lebensmittels auswirken.

Beim Nutri-Score werden die positiven und negativen Komponenten unterschiedlich mit bis zu -5, bzw. bis zu 10 Punkten gewichtet. Solange man sich nicht sehr intensiv mit den Hintergründen des Nutri-Score beschäftigt, bleibt diese Gewichtung jedoch unsichtbar. Eine solche Gewichtung wird mit den Entscheidungsbäumen nicht vorgenommen. Dennoch sollte beachtet werden, dass hinter dem Nutri-Score ein wissenschaftliches Komitee arbeitet und die Kategorisierung durch den Nutri-Score auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und einer etwas breiteren Datenbasis als die Entscheidungsbäume der Unterrichtsreihe beruht. Dennoch geben die Entscheidungsbäume Tendenzen aus, die häufig in ähnliche Richtungen gehen wie der Nutri-Score. Nur sollte man aufgrund der Klassifizierung durch die Entscheidungsbäume der Unterrichtsreihe sich nicht dazu verleiten lassen, von „gesunden“ oder „ungesunden“ Lebensmitteln zu sprechen, denn diese Empfehlung können sie nicht leisten.

Das Vergabe von Labels für die Lebensmittel hat einen großen Einfluss darauf, ob der darauf basierende Entscheidungsbaum Lebensmittel sinnvoll klassifizieren kann. Dies kann in der Unterrichtsreihe explizit thematisiert werden, indem die Daten beispielsweise bei der automatischen Erstellung der Entscheidungsbäume in der Webanwendung absichtlich wenig sinnvoll gelabelt werden und die entstehenden Entscheidungsbäume diskutiert werden. So können auch Schwächen des datenbasierten Ansatzes aufgedeckt werden.